有機物對作物生產的功能

洪 崑 煌*

摘要：有機物對作物生長的影響，是間接且並非必要的。因其本來也是動植物體的分解而形成，其中必有植物生長所必需的元素，可扮演供應必需要素的重要角色。尤其是其中所含的氮素，經微生物的礦化、生物化作用而在供應量、速度及時期上的微妙調節作用，如善加以運用，可提高作物產量及品質。因此有機物的功用之一大半可歸功於其所含的氮素。本文僅將有機物在土壤中之集聚、分解過程由化學速度論觀點加以探討，從此指出有機物對作物要有貢獻，必需經礦化而釋出其養份。加入速度與分解速度相平衡，則土壤所集聚有機物量並不一定高，但已充分發揮其功效。

關鍵詞：有機物，分解與集聚

一、有機物在農作物生產上的角色

植物生長，並不需要有機物，是科學常識。因此有機物對植物生長的功能，都是間接的，都是透過其對土壤的理、化及生物學性質的影響，而影響植物的生長。但是因爲人類自古懂得農耕來生產作物以來，土壤生產作物的能力，一直都是靠農場廢棄物及人、家畜家禽排泄物，將其歸返於土壤來維持幾千年之久。縱使在文藝復興後的歐洲，經科學方法證明植物的無機營養說，化學肥料之發明而使農作物產量增加好幾倍，農家及一般人認爲有機物對作物生長扮演很重要的角色，相當根深蒂固。

在化學肥料發明以前，有機物的最重要的功能，就是提供作物生長所需的養份。因爲有機物來自於植物，本來就含有植物生長所需的所有養份，可說是一種完全肥料。不過多半是經過一次利用，如人及家畜食用後之排泄物，或是生產目的物被取走之後之剩餘部份，或經過人爲處理過者，未必都含有完整的養份，不能一概而論。一般堆廏肥的無機成份示於表一。表二則表示有機物材料經過堆製成堆肥之後，其前後成份之變化情形。

所以如要做爲養份供源，就必須對每一批材料分析調查及養份含量情形。最近則因爲了特殊目的而曾被加入一些外來物質，特別是重金屬，所以還要注意其存在量是否會引起毒害作用等。

表三列示各種作物在所示收量水準下，每公頃需吸收的要素量。由此表可知，如要由表一之平均組成之堆肥供應每公頃6公噸稻谷(需氮量84.55 kg ha^{-1})，需要21.6公噸，約等於一般日本水稻田所推薦的堆肥施用量。

* 國立臺灣大學農業化學系教授

表一、一般堆廄肥無機成份含量表
Table 1. Mineral contents of common compost.

無機成份	平 均	最 高	最 低	無機成份	平 均	最 高	最 低
水 份	75. 1	93. 2	39. 6	鈣	0. 45	1. 49	0. 08
pH	7. 9	9. 4	5. 9	鎂	0. 13	0. 49	0. 02
碳	7. 9	13. 3	1. 4	鈉	0. 13	0. 45	0. 01
氮	0. 39	1. 07	0. 07	矽 酸	4. 5	16. 4	0. 01
C／N	20. 3	46. 0	4. 7	錳	248*	600*	41*
磷酸	0. 19	0. 57	0. 03	硼	1. 9*	11. 9*	0. 3*
鉀	0. 70	2. 22	0. 09				

*印之含量以ppm表示，餘除pH外均爲百分率。(轉錄自鬼鞍，1985)

表二、堆肥原料與成品之無機成份比較
Table 2. Compositions of composts and their raw materials.

	牛糞		豬糞	
	處理前	處理後	處理前	處理後
水份	81. 2	40. 4	73. 9	9. 1
灰份	3. 0	41. 3	4. 3	22. 4
全碳	6. 00	8. 39	11. 69	34. 8
全氮	0. 34	0. 88	1. 39	3. 72
C/N	17. 6	9. 5	8. 4	9. 3
P_2O_5	0. 41	1. 05	1. 46	7. 2
K_2O	0. 08	0. 35	0. 37	2. 31
CaO	0. 37	0. 76	0. 95	4. 76
MgO	0. 17	0. 60	0. 32	1. 81
Na_2O	0. 04	0. 14	0. 13	0. 88
SiO_2	1. 4	33. 3	0. 69	3. 06

二、有機物必須分解，才能釋放其所含養份給植物

土壤有機物的含量，常被視爲土壤肥沃度的指標。臺灣農田因長期施用化學肥料，土壤有機物含量低，是大家做爲土壤劣變的重要依據之一。但土壤有機物含量水準，是加入速率與分解速率之差額所決定者。我們如果每年加入一定量的有機物，即是一種零級反應；而有機物的分解過程，則可視爲與其含量成比例的一級反應。設土壤有機物含量爲C，時間爲t，加入速率常數爲

Ki，分解速率常數爲K ，則

$$dC/dt = K_i - K_d C$$
$$\ln(K_i - K_d C) = \ln(K_i) - K_d t$$
$$C = K_i/K_d[1 - \exp(-K_d t)]$$

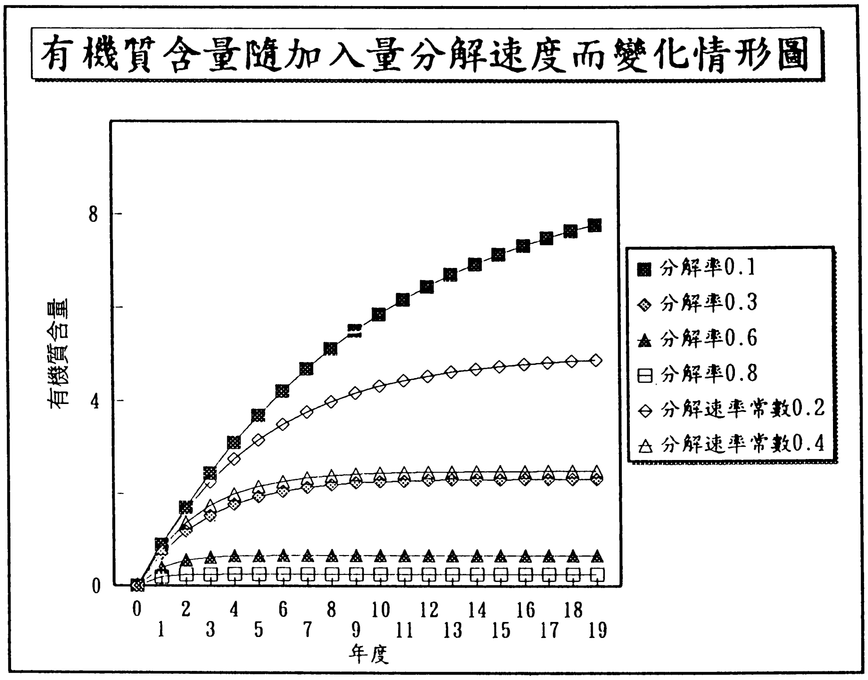
如果已經達到穩定狀態(dC/dt=0，或 t)則有機物含量維持不變：

$$C = K_i/K_d$$

另一種想法，即假設每年加入量爲M，每年加入量之a部份分解，則每年剩下部份爲(1-a)，則第t年時之有機質含量將爲：

$$Ct= M[(1-a) + (1-a) + (1-a)2 + ...+ (1-a)t]$$
$$= M(1 -a)[1 - (1-a)t]/a$$

將此二方程式繪圖可得曲線如圖一所示。每年施用一定量的有機物，分解速率愈快，累積的有機質量愈少，也愈快達到穩定值，但由有機質供應的養份則愈多。事實上每當有機物加入後，即時開始分解，故土壤有機物量上升後在短時間內急速下降，是故有機質的累積應該是像鋸齒般做小幅振動，而徐徐上升，如圖二。



圖一、每年加入一單位量有機物後，有機物累積與分解率之關係

Fig. 1. The relationship between the accumulation of soil organic matter under constant annual addition of organic material and the decompositon rate.

表三、各種穀類作物每公頃要素吸收量

Table 3. Amounts of nutrients needed to produce crops at varous yield levels.

作物	收量	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	資料來源
	(kg ha^{-1})						
水稻	5,000	70.46	39.76	65.96	12.7		1
	6,000	84.55	47.71	79.15	15.3		1
	7,000	98.64	55.66	92.34	17.8		1
	2,000	40.00	30.00	30.00	20.00	10.00	2
	3,000	60.00	45.00	45.00	30.00	15.00	2
稻谷	2,500	30.00	13.00	9.00	1.0	5	3
稻桿	3,500	20.00	9.00	32.00	19.0	7	
稻谷	5,000	60.00	26.00	19.00	3.0	9	
稻桿	7,000	40.00	18.00	65.00	38.00	14	
小麥							
谷	1,000	16.00	9.00	5.00	1.0		3
桿	1,800	9.00	4.00	17.00	5.0		
谷	2,000	32.00	17.00	10.00			3
桿	4,000	18.00	8.00	36.00			
玉米							
谷	2,500	40.00	14.00	9.00	0.8	4.8	3
桿	5,000	38.00	15.00	82.00	25.0	13.0	
谷	4,000	64.00	23.00	15.00	1.2	7.6	3
桿	7,000	53.00	21.00	115.00	34.00	18.2	

1. Borasio, L., 1965. Rice manuring, tr. from Fr. to Eng. by G. Herrard and P. Ronayne, Cent. Infor. Docum. Prod. Phosph. Thomas, Brussels, Belgiium.
2. 同上
3. Scharrer, K. and H. Linser, 1965. Handbuch der Pflanzenernaehrung, III(1), Springer-Verlag, Wien, New York.

由圖一可知，土壤有機質含量，在每年加入等量有機物，如經充份久的時間之後，會趨向於一定之平衡值，分解速率快的地方，其值會低，分解慢，則會有較高的平衡值。但達到平衡值之後，每年加入量與分解量相等，因此不論分解速率之高低，有機物所供應的養份量必定等於有機物所帶入土壤之量。因此，土壤有機質含量的高低，雖可表示其養份含量高低，但不能表示對作物體實際上能提供的養份量。作物能得到的養份量，端視每年施用的有機物所含的養份量而定。達到這個穩定狀態後，有機物對作物之功能，就與一般化學肥料一樣了。

三、有機氮的礦化作用

有機物中植物養份含量，通常以氮素爲最多，施用有機物，一般也是當做氮肥爲主，因此其礦化過程，實有左右所施有機物之功能的決定性因素。

有機氮的礦化速率，常可用一級反應來描述：

$$N=N_0[1-\exp(-kt)]+c$$

而其中k是礦化速率常數，N爲到t時間內所礦化的氮量，No則能礦化出來的氮的最高量。一礦化速率係數，爲溫度與活化能的函數：

$$k = A\exp(-Ea/RT)$$

式中 A 爲一常數，Ea爲活化能，RT爲氣體常數與絕對溫度的乘積。

決定礦化速率的因子，實很多，如有機物本身來源、組成、處理方法、施用方法、土壤性質、水份含量、溫度等等，要掌握施用於土壤後的礦化作用經過，很不容易。目前，受大家注意的是，上式中的N_0的估計，N_0即是在實驗條件下可能礦化的氮的最大量，名爲可礦化氮量(potentially mineralizable nitrogen)。但此量因測定的方法，例如浸水狀態或旱田狀態而有不同。

氮之礦化過程，也會因土壤的前處理而有不同，如將土壤風乾到某一程度，此後浸水孵育，則初期礦化速率較未經風乾處理者爲快，名爲乾土效應。水稻栽培期間的晒田處理，其增進水稻生長效果，被歸因於此乾土效果引起的氮的礦化作用，提供水稻生長所需之氮。乾土效應之產生，需要將土乾燥至pF4上下，其效應大小與乾燥程度成比例。

上野等(1990)利用化學動力學解析法，建立土壤氮素礦化預測系統，用於預估水稻栽培期間氮素之礦化經過。礦化過程的速率常數等參數值，是經由實驗室內孵育試驗匹配於$N=N_0[1-\exp(-kt)]+B$單純模式求得，並以誤差平方和爲最小之條件，求出k及Ea。水稻田栽培作業開始前，採樣測定乾燥程度，以比例分配法推測與其相當之實驗室測定結果，匹配於

$$N=N_{oq}[1-\exp(-k1t)]+N_{os}[1-\exp(-k2t)]+B$$

之單純平行型模式。後者單純平行型模式中第二項之參數值，是由未經乾燥的田土之孵育試驗求得。以此求得的前項的參數值及田間土壤實測溫度，計算在田間某日之礦化土量。其在1987年及1989年所做之預估情形，示於圖三。

在礦化作用的測定中，所釋放出來的無機氮，在孵育試驗中會再被微生物吸收利用，也會受硝化、脫氮作用，孵育時間久後，無機氮量會轉趨於減少。在田間狀態下，因有作物吸收，無機氮量將不至於累積到實驗室內所測到的程度，是故要測到未受微生物固定的總礦化量，才比較有意義。鳥山等(1988)用氮十五標識硫酸銨之加入，用於估算總礦化氮量，求得如表四之結果。

由表四的結果，可知風乾處理在浸水後礦化速率很快，但日數增多而減低，生物固定速率則略保持一定。濕潤土壤經浸水後，礦化速率不大，日數增多而有增大的趨勢，而生物固定速率在浸水之初甚小，也隨日數增多而增大，生物固定率也隨日數增多而增加，但濕潤土與風乾土之間並無明顯的差異。

表五則示溫度愈高，礦化速率、生物固定速率均增加，但礦化速率增加較大，因此淨礦化速率也隨溫度增加而增加，生物固定率則隨溫度增加而減小。

表四、浸水孵育前土壤水份狀態對礦化及生物固定速率之影響

Table 4. Effects of soil moisture status of presubmergence and incubaton on the nitrogen mneralization and immobilization rates.

土　壤	浸水日數	淨礦化速率 ($V_{ma}-V_{im}$)	礦化速率 (V_m)	生物固定速率 (V_{im})	生物固定率 (V_{im}/V_m,%)
濕潤土	0	0. 11	0. 20	0. 09	45
	7	0. 14	0. 29	0. 15	52
	13	0. 14	0. 38	0. 24	63
風乾土	0	0. 46	0. 77	0. 31	40
	7	0. 37	0. 70	0. 33	47
	13	0. 18	0. 51	0. 33	65

表五、培養溫度對土壤氮之礦化及生物固定速率之影響

Table 5. Effect of incubation temperature on the nitrogen mineralization and immobilizaton rates.

孵育溫度	氮淨礦化速率 (V_m-V_{im})	礦化速率 (V_m)	生物固定速率 (V_{im})	生物固定率 (V_{im}/V_m, %)
20	0. 032	0. 07	0. 033	51
25	0. 065	0. 13	0. 061	48
30	0. 13	0. 21	0. 080	38
35	0. 25	0. 32	0. 062	20

以上實驗結果表示，有機物要發揮其供應養份的能力，有許多因子之影響要加以考慮。

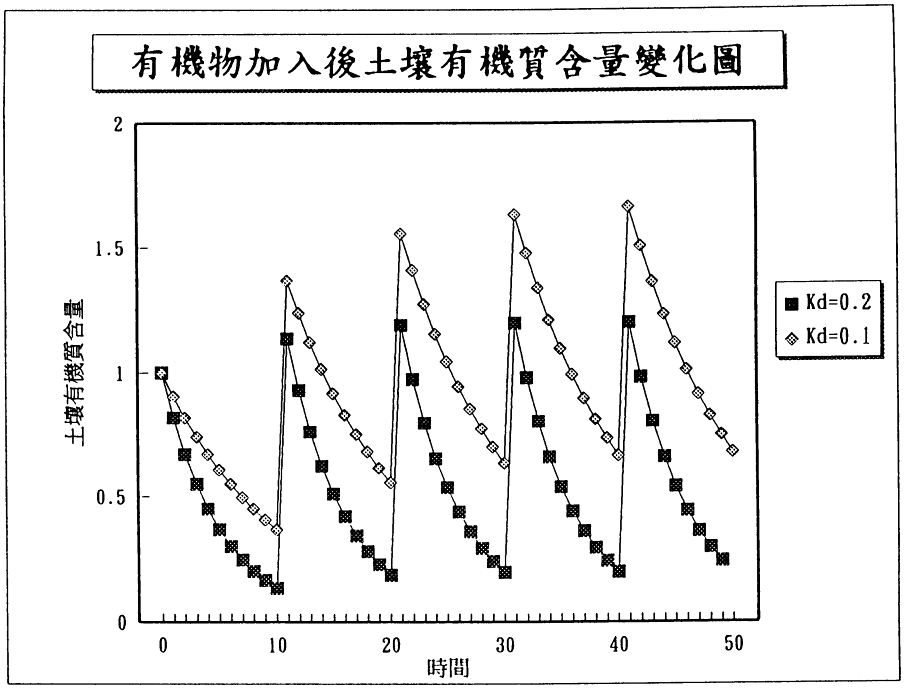
其中較重要者有：有機物的碳氮比及溫度、水份之影響。例如Williams等(1968) 施用不同含氮量的稻稈於水稻田，稻稈氮含量爲0.46%者，施用2.0 或4.0 tons ha^{-1}都有減產之結果；氮含量爲0.56%者，施用量 2.0及4.0 tons ha-1則均與不施者無顯著的差異，如配合氮含量爲 3.87%的vetch，補充氮到60 kg N ha^{-1}，則不論稻稈氮含量多少都有增產效果，單用vetch提供60 kg N ha^{-1}時之產量最高，氮的回收也最高(表六)。

此表顯示通常施用新鮮有機物時之兩個問題：(1)新鮮材料之碳氮比較，在土壤中分解初期因無機氮的生物固定作用引起作物缺氮；(2)新鮮材料在分解初期之小分子中間產物之毒害。在一般田間試驗當中，並不能將此兩種效應分開而論其何者較重要，然室內研究常示後者的影響相當顯著，這也是一般新鮮材料必需堆置一段時間，使其進行發酵，消除可能有害的小分子量中間代謝產物，同時也降低碳氮比。

四、有機物改善土質的功能

除供應作物所需養份之外，有機物會提高土壤的陽離子交換容量，保水容量，促進團粒構造之形成，因而增加氣水通透性，對黏重土壤可減低其粘著性及乾燥時避免硬度太高、在地表結皮等的不良性質；對砂質土壤則改善其鬆散性、增進保水、保肥等功能，但個別功能的量化不容易，其對作物生產上的供獻程度，也不容易明確評估，其經濟效益更是無法估計。

亞洲蔬菜研究發展中心十年連續施用堆肥的實驗結果如表示：土壤總體密度降低12%，也即是表示孔隙度增加（圖四）。與孔隙度有連帶關係的性質，例如通氣性改善了48%，水分入滲速率（infiltration rate）也在初其濕潤土壤完成之後，有顯著的改善，有效水分含量也提高（圖五）。對於土壤硬度也有改善，也能達到耕犂層以下（圖六）。



圖二、每年加入一單位量有機物，在不同分解速率常數下有機物消長的情形。10單位時間爲一年。

Fig. 2. The fluctuaion in soil organic matter level under annual addition of constant amount of orgainc material and various decomposition rate.

五、有機物之應用

有機物是農業生產上可利用的資材。其使用方法及量自應隨目的而不同。如要做爲供應養份爲目的，則其養份含量及在土壤中釋放養份的過程，是決定施用量、時期、位置等因素。雖然所牽涉的因子錯雜，但已有不少學者在探討各種動力學模式之應用可能性，將有助於預估並解決各種有機質資材當做肥料使用時之各種問題。化學肥料比之於西藥的話，有機質肥料實可比爲中藥。對問題土壤尚找不出適當的改善措施時，有機質肥料之施用，可望有某種程度的改善。

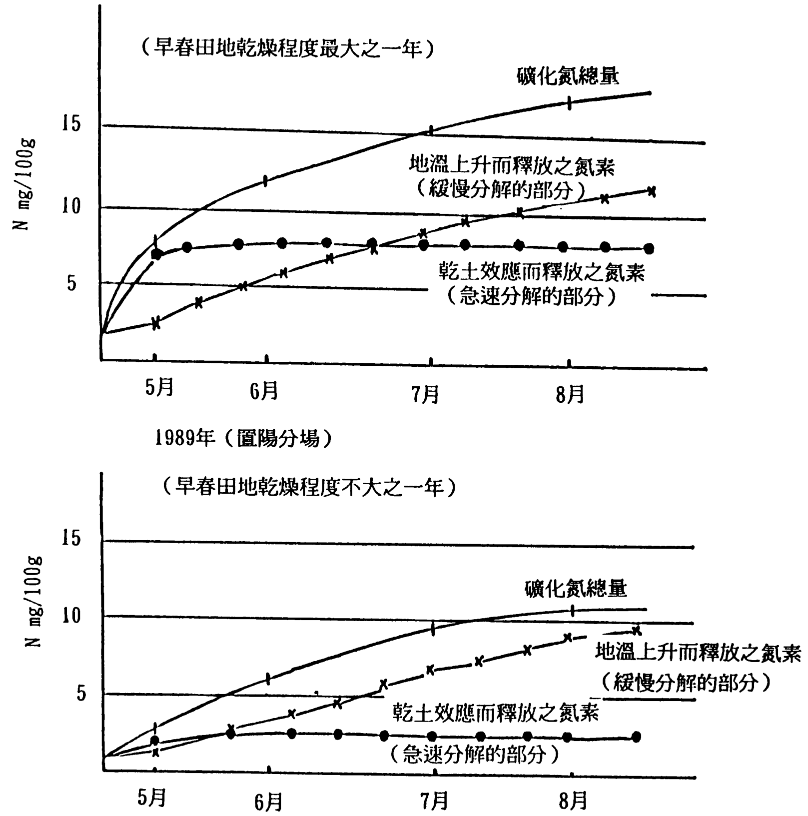
表六、稻桿及vetch之施用對稻谷及稻草產量及氮回收量之影響

Effect of applying rice straw and vetch on the yields of rice grain and straw and nitrogen recovery.

用材料及其氮含量，	稻谷		稻桿		N 回收量	
ton ha^{-1}	ton ha^{-1}	N %	ton ha^{-1}	N %	kg ha^{-1}	N %
對照	3.2	1.04	2.9	0.56	-	
0.46% N 之稻桿						
2 ton ha^{-1} ,(18N)	2.6	1.17	2.2	0.60	-5	-26
4 ton ha^{-1} ,(37N)	2.8	1.05	3.0	0.55	-3	- 8
0.55% N 之稻桿						
2 ton ha^{-1} ,(22N)	3.0	1.02	2.8	0.51	-4	-18
4 ton ha^{-1} ,(44N)	3.3	1.03	3.0	0.56	1	2
0.46% N 之稻桿						
2 ton ha^{-1}(18N)+ vetch(60N)	4.8	1.04	4.0	0.54	20	33
4 ton ha^{-1}(37N)+ vetch(60N)	3.8	1.04	3.5	0.53	8	13
0.55% N 之稻桿						
2 ton ha^{-1}(22N)+ vetch(60N)	4.9	1.00	5.3	0.48	23	39
4 ton ha^{-1}(44N)+ vetch(60N)	4.3	0.98	4.0	0.46	10	17
vetch, .81 ton ha^{-1} (60N)	6.3	1.02	6.1	0.54	43	72
LSD 5%	1.0	N S.	1.0	N S.		

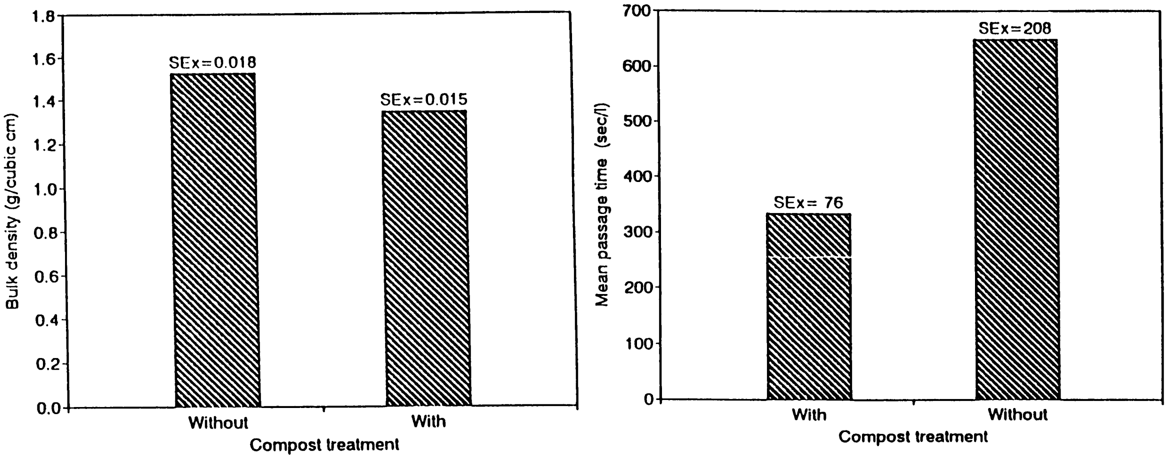
對土壤物理性的影響而言，直接間接參與構造之形成、促進保水、保肥力、氣水通透性之改善的，是名為腐植質的物質。腐植質是有機物在土壤中分解而生成的、暗黑色膠狀物質，本身也會繼續被微生物分解。如要施用有機物改善土壤物理性，則現有資訊尚難於提供如何決定何種材料、其量及施用法的依據。但由表七可知不同來源之有機物有不同的化學組成，經堆肥化處理中，原來成份的殘留率最高者為木質素（表八），因此木質素含量高的材料，應該比較有理。

從農學的觀點而言，由植物及土壤診斷找出需要補充的養份種類及量，然後決定要使用的肥料種類、量、施用時期、方法，可說是合羅輯的正攻法。只要功能明確可預期，有機或化學肥料都一樣可以使用於同一目的。



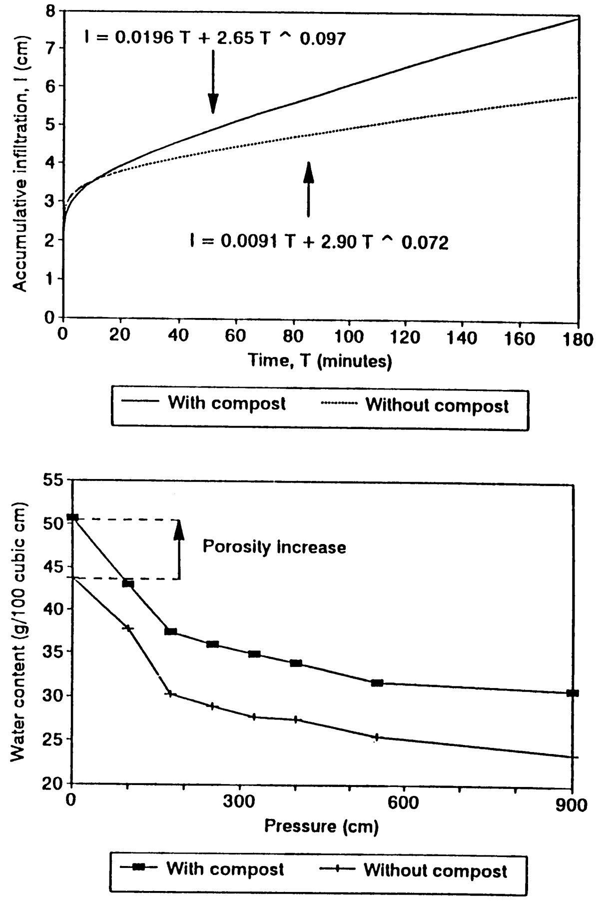
圖三、土壤氮素礦化總量分成乾土效應與地溫上升效應二部分，在不同年份之田間估算值(上野等，1990)。

Fig. 3. Field estimations of the effects of soil drying and temperature on the total mineralization rates of soil nitrogen in different years.



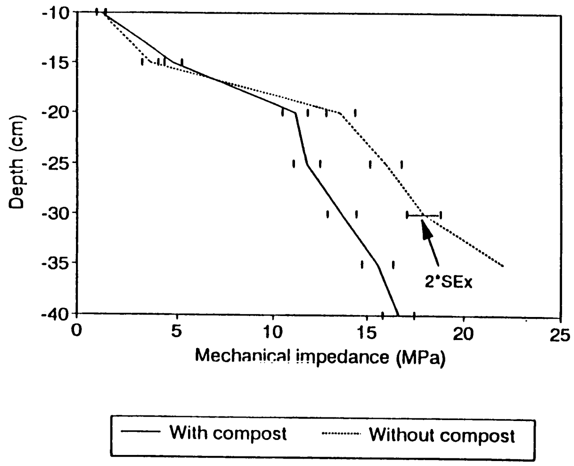
圖四、堆肥對土壤總體密度及空氣滲透時間的影響(AVRDC 1994 Progress Report)

Fig. 4. Effect of compost on the bulk density and air permeation time of a siol.(AVRDC 1994 Progress Report)



圖五、堆肥對水分入滲速率及水分在不同壓力下之吸持量之影響(AVRDC 1994 Progress Report)

Fig. 5. Effect of compost on the infiltration rate and moisture retention under various suction pressure(AVRDC 1994 Progress Report)



圖六、堆肥對土壤阻抗力之影響(AVRDC 1994 Rrogress Report)。

Fig. 6. Effect of compost on the mechanical impedance of soil (AVRDC 1994 Progress Report)

表七、常見有機材料之成份

Table 6. Composition of common organic materials

	全碳	全氮	C/N	灰份	粗澱粉	纖維素	木質素	粗蛋白
污泥	44.2	7.0	6.3	14.9	11.6	7.5	13.6	43.6
發酵牛糞	25.8	2.7	9.5	51.4	4.1	5.2	25.1	17.0
完熟堆肥	27.1	2.5	10.9	45.1	6.7	6.8	21.3	15.6
乾燥牛糞	30.9	2.0	15.5	39.8	10.9	15.9	17.3	12.4
中熟堆肥	31.4	2.0	16.1	37.7	7.9	13.4	25.4	12.2
樹皮堆肥	37.6	2.0	189.3	33.2	4.9	12.2	36.7	12.2
未熟堆肥	33.4	1.6	20.9	26.9	11.1	29.6	18.8	10.0
木屑堆肥	42.2	1.9	22.0	16.2	7.8	30.4	30.3	12.0
發酵製紙渣	31.0	1.1	28.5	43.3	4.2	15.7	24.2	6.8
水稻根	41.1	0.9	45.9	15.5	22.8	31.8	17.1	5.6
稻桿碎片	39.1	0.7	59.3					
稻桿粉末	39.1	0.7	60.2	12.8	25.0	37.0	11.2	4.1
稻谷殼	40.1	0.5	74.1	18.6	16.3	41.9	20.6	3.4
小麥桿	42.2	0.3	126	10.9	21.6	48.2	15.5	2.1
製紙渣	40.6	0.3	140	18.1	6.8	55.2	15.3	1.8
鋸木屑	50.4	0.2	242	1.3	10.9	48.2	30.5	1.3
試藥木質素	66.5	0.1	923					

註：全碳以乾式燃燒法，粗澱粉以0.7M鹽酸法，纖維素以漂白粉法，木質素則以硫酸法測定。轉錄自日本農林水產省農業研究一編：農耕地における有機物施用技術，第10頁。農林水產技術情報協會，1985。

目前對化學肥料對環境構成威脅，並相信化學肥料栽培的農產品對人之健康有不良影響，因而有不少人提倡有機農業。化學肥料對環境之污染威脅，究其原因主要在於施用過量、方法不當。如果農家能適時適量應用化學肥料，則對環境污染及產品品質的顧慮就應該可消除了。

有機栽培農產品品質及營養價值，是否確實比化學肥料栽培產品爲優，則尚需證明。要純以有機物栽培農作物，是技術上可做得到。畢竟我們的祖先以有機物材料栽培作物好幾千年了。但今日有機物來源複雜且不穩定，成份變化很大，與已往僅在農家及農地之間循環的情況大不相同。如果要使各種有機物發揮增進其促進作物生產之功能，我們尚需掌握其在土壤中演變的過程及影響其演變的因子，才能安心使用。我們還需要繼續研究。

表八、各種有機物資材及其堆肥化物之有機組成例(乾物%)

Table 8. Compositions of some organic raw materials and composts made from them.

有機物處理		全碳	全氮	C/N	粗灰分	熱水可溶有機物	碳水化合物				木質素
							半纖維素	纖維素	合計	還原糖率	
稻桿	原料	41.3	0.8	51.0	18.8	11.6	20.6	24.7	45.3	43.9	7.7
	堆肥	25.7	2.2	11.5	51.0	19.3	6.3	3.9	10.2	15.9	8.9
	含量比	62.2	275.3		2.7	166.4	30.6	15.8	22.5		115.6
	殘存率	0.23	1.02	0.08	1.00	0.62	0.11	0.06	0.08	0.13	0.43
都市廢棄物	原料	40.8	1.6	24.9	23.6	22.1	9.6	25.6	35.2	34.5	14.8
	堆肥	33.1	2.7	12.5	42.4	9.2	5.4	14.1	19.5	23.6	15.0
	含量比	81.1	161.6		179.3	41.7	56.5	55.2	55.7		101.4
	殘存率	0.45	0.90		1.00	0.23	0.31	0.31	0.31		0.57
雞糞	原料	33.3	5.0	6.7	24.6		22.2	4.5	26.7	32.1	8.9
	堆肥	27.4	3.3	8.2	46.5		13.5	2.9	16.4	23.9	9.5
	含量比	82.3	66.9		189.0		60.7	64.2	61.3		106.6
	殘存率	0.44	0.35		1.00		0.32	0.34	0.32		0.56
豬糞	原料	44.8	5.3	8.4	16.4		23.4	3.6	27.0	24.0	20.1
	堆肥	38.2	4.1	9.3	24.7		20.2	4.0	24.2	25.4	21.1
	含量比	85.3	77.1		150.6		86.8	113.5	90.1		104.7
	殘存率	0.57	0.51		1.00		0.57	0.74	0.60		0.70
牛糞	原料	32.9	2.0	16.2	16.5		23.0	6.1	29.1	35.4	20.5
	堆肥	14.1	1.5	9.5	69.3		4.4	1.1	5.5	15.4	7.3
	含量比	42.9	72.9		420.0		18.9	17.3	18.6		35.6
	殘存率	0.10	0.17		1.00		0.05	0.04	0.05		0.08
木質混	原料	40.9	1.2	33.0			18.9	25.4	44.3	42.1	22.9
	堆肥	27.2	1.6	16.7			9.1	16.0	25.1	36.9	19.9
	含量比	66.5	131.5				48.1	63.0	58.2		86.9
	殘存率										
下水道污泥堆肥	原料	27.2	3.1	8.7	47.8	12.8	6.1	9.5	15.6	22.2	6.0
	堆肥	16.2	2.1	7.7	64.9	7.0	2.9	3.0	5.9	14.6	3.9
	含量比	59.6	67.1		135.8	54.7	47.5	31.6	37.8		65.0
	殘存率	0.44	0.49		1.00	0.40	0.35	0.23	0.28		0.48
樹皮	原料	59.6	0.3	207.3	6.2	7.1	11.7	21.9	33.6	24.9	38.1

參考文獻

1. 鬼鞍豐編：1985 土壤・水質・農業資材の保全 博友社，東京
2. 洪崑煌： 1989 有機農業之策略 有機農業研討會專集 61-68
3. AVRDC, 1995 The effects of compost on soil chemical and physical properties after 10 years of continuous cultivation. AVRDC 1994 Progress Report, pp343-352.
4. Houng, K.H. 1980 Mineralization of soil organic matter. Increasing nitrogen efficiency for rice cultivation. ASPAC-FFTC Book Series No. 18, Taipei.
5. Houng, K.H. 1994 Organic matter, pros and cons. Jour. Biom. Ener. Soc. Chin. 13:28-38.
6. 上野正夫・佐藤之信・熊谷勝巳・大竹俊博： 1990 速度論的解析 による土壤窒素發現予測システム 日本土壤肥料學雜誌 61:273-281
7. 鳥山和伸・宮森康雄： 1988 $^{15}NH_4$-Nを用いた同位体希釋法 による水田土壤窒素の無機化・有機化速度の推定 日本土壤肥料學雜誌 59:56-60
8. Williams, W.A., D.S. Mikkelsen, K.E. Mueller and J.E. Ruckman. 1968 Nitrogen immobilization by rice straw incorporated in lowland rice production. Plant and soil, 28:49-60

Contribution of Organic Materials to Crop Production

Kun-Huang Houng*

Summary

The contributions of organic materials to the crop production are mainly indirect and not indispensable. They are remnants of plant and animal bodies or wastes so that they contain essential elements needed for plant and animal growth, and thus they are important as sources of plant nutrients. Especially the nitrogen they contain undergoes microbial mineralizaton-immobilization processes in soils, greatly affect the maintenance of availablity to meet the crop needs, if skillfully managed they can be of great help in promoting crop growth. In this paper the accumulation-decomposition processes of organic matter in soils a rediscussed from the chemical kinetics point of view, and it is pointed out that the organic matter to contribute to the crop growth, it should be decomposed to release the nutrient elements it contains to the crop. When the addition and decompostion rates are equal, then the nutrients added to the soil through the organic material are completely made available to the crop, even if the organic matter level of the soil migt not be high.

Keywords: organic matter, accumulation and decomposition

* Professor, Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan Uniersity, Taipei